

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 54 536 A 1

21 Aktenzeichen: 199 54 536.7  
22 Anmeldetag: 12. 11. 1999  
43 Offenlegungstag: 17. 5. 2001

51 Int. Cl. 7:  
G 01 S 7/292  
G 01 S 13/93  
B 60 K 28/00  
B 60 K 31/00  
G 05 D 3/00

DE 199 54 536 A 1

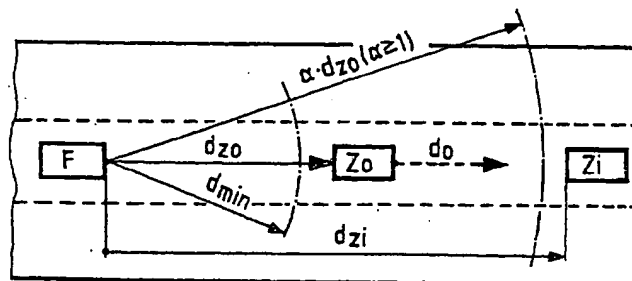
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Winner, Hermann, Dr., 76229 Karlsruhe, DE; Lueder,  
Jens, 70806 Kornwestheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeuges

57 Es wird ein Verfahren zur Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeuges vorgeschlagen, bei dem mit einem Sensor der Abstand ( $d_{zo}$ ,  $d_{zi}$ ) und/oder die Geschwindigkeit der Zielobjekte ( $Z_o$ ,  $Z_i$ ) ermittelt wird. Bei einem Vorhandensein von mehr als einem Zielobjekt ( $Z_o$ ,  $Z_i$ ) soll nur das Zielobjekt ( $Z_i$ ) als neues, anstelle des aktuellen Zielobjekts ( $Z_o$ ) in die Auswertung einbezogen werden, das sich in einem Bereich befindet, der durch mindestens einen, durch die Lage relativ zum Fahrzeug (F) definierten Parameter begrenzt ist. Als Bedingungen für die Auswahl eines neuen Zielobjekts ( $Z_i$ ) können folgende Parameter einbezogen werden:  $d_{zi} \leq \text{MAX} (d_{\min}, d_{zo} + d_0, \alpha \cdot d_{zo})$ .



DE 199 54 536 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeugs nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Es ist beispielsweise aus der DE 42 42 700 A1 bekannt, dass ein Radarsensor zur Erfassung von vorausfahrenden oder -liegenden Objekten an einem Fahrzeug angebracht ist. Dieser Radarsensor ist z. B. ein Baustein eines Fahrzeugsicherheitssystems ACC (Adaptiv Cruise Control), bei dem ständig Informationen über den Abstand und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges zu anderen Fahrzeugen und zu den Straßengegebenheiten verarbeitet werden. Mit dieser Anordnung kann eine an sich ebenfalls bekannte Geschwindigkeitsregelung derart erweitert werden, dass die Fahrgeschwindigkeit an langsamer vorausfahrende Fahrzeuge anpasst wird, wenn diese vom Radarsensor erfasst werden und sich im voraussichtlichen Kursbereich des Fahrzeuges befinden. Der Kursbereich kann dabei beispielsweise mit Hilfe von Gierraten-, Lenkwinkel-, Querbeschleunigungssensoren, über die Radgeschwindigkeiten, bzw. mit Videosensoren oder Navigationssystemen bestimmt werden.

Bei der Anwendung des bekannten Systems wird häufig dasjenige Fahrzeug im voraussichtlichen Kursbereich ausgewählt, das den geringsten Abstand aufweist. Die Geschwindigkeits- und Abstandsdaten des so ausgewählten Fahrzeuges werden dann an das Regelsystem weitergegeben, das auf der Basis nur dieses einen Objektes die Sollgrößen berechnet, mit denen dann Stellsignale für eine Motorleistungssteuerung und/oder einen Bremseneingriff erzeugt werden können. Obwohl hierbei vielfach das nächste Objekt in der eigenen Fahrspur tatsächlich das gewollte Zielobjekt ist, so können jedoch Situationen auftreten, in denen das gewünschte Zielobjekt nicht das mit kleinsten Abstand ist. Nicht immer bleibt somit ein einziges vorausfahrendes Fahrzeug als potentiell Zielobjekt übrig.

Insbesondere wenn das aktuelle nächste Zielfahrzeug ein ihm langsamer vorausfahrendes Fahrzeug überholt und dem überholenden Fahrzeug nicht direkt gefolgt werden soll, kann es im bekannten Regelsystem zu Konflikten kommen. Hierbei wird wegen des im allgemeinen beschleunigenden aktuellen Zielobjektes zunächst auch beschleunigt, um dann später mit einer Verzögerung zu reagieren, wenn das überholende Fahrzeug auf gleicher Höhe ist, wie das neue Zielfahrzeug.

Aus der DE 196 37 245 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges bekannt, bei dem als potentiell Zielobjekt das Fahrzeug gewählt wird, für das die kleinste Sollbeschleunigung berechnet wurde. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, dass bedingt durch Zuordnungsfehler zur Fahrspur oder durch eine sich ändernde Wahl der eigenen Fahrspur des zu regelnden Fahrzeuges sehr früh auf ein entferntes Objekt geregelt wird, obwohl sich ein deutlich näheres Zielobjekt in der eigenen Spur befindet.

#### Vorteile der Erfindung

Ein Verfahren zur Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeuges, bei dem mit einem Sensor, beispielsweise mit einem Radarsensor, der Abstand und/oder die Geschwindigkeit des Zielobjektes ermittelt wird, ist erfindungsgemäß in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet, dass bei einem Vorhandensein von mehr als einem Zielobjekt nur das Zielobjekt als neues, anstelle des aktuellen Zielobjektes in die Auswertung einbezogen wird, das sich in einem Bereich

befindet, der durch mindestens einen, durch die Lage relativ zum Fahrzeug definierten Parameter begrenzt ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders dadurch vorteilhaft, dass nur dann potentielle Zielobjekte zu einer Bewertung im Regelsystem für das geregelte Fahrzeug, z. B. für die Berechnung der Sollbeschleunigung des Fahrzeuges, herangezogen werden, wenn diese sich in einem bestimmten Abstandsbereich befinden. Hierdurch können die eingangs erwähnten Nachteile weitgehend vermieden werden. Es kann somit eine Berücksichtigung mehrerer Zielobjekte in einem eingeschränkten Abstandsbereich erfolgen, der durch das jeweils aktuelle Zielobjekt festgelegt wird. Innerhalb dieses Abstandsbereichs erfolgt somit eine frühe Reaktion auf weiter vorausfahrende Fahrzeuge, wenn diese stärker verzögern oder langsamer fahren als das jeweils aktuelle Zielobjekt. Durch diese Beschränkung der Auswertung der Zielobjekte erfolgt nur ein geringer Störeinfluss durch weit vom aktuellen Zielobjekt entfernte andere Objekte.

Der Abstandsbereich kann dabei in einem festen oder variablen Verhältnis durch die Beziehung  $\alpha \cdot d_{zo}$ , mit  $\alpha \geq 1$ , zum Abstand  $d_{zo}$  des aktuellen Zielobjektes  $Z_o$  definiert sein. Alternativ oder zusätzlich kann dieser auch auf einen Mindestabstand  $d_{min}$  begrenzt sein. Weiterhin kann auch in vorteilhafter Weise ein konstanter oder variabler Abstandsoffset  $d_o$  definiert sein, der alternativ oder zusätzlich als Parameter in die Definition des Abstandsbereichs einfließt.

Insgesamt können somit die Bedingung für die Berücksichtigung eines Objektes  $Z_i$  mit dem Abstand  $d_{zi}$  bei der Auswahl eines Zielobjektes nach der folgenden Beziehung angegeben werden:

$$d_{zi} \leq \text{MAX} (d_{min}, d_{zo} + d_o, \alpha \cdot d_{zo}).$$

Diese Beziehung kann darüber hinaus auch noch andere zusätzliche Bedingungen aufweisen oder sie kann, wie bereits zuvor erwähnt, auch auf nur einen oder zwei Ausdrücken in der Klammer reduziert werden. Folgende Werte für die Parameter können beispielsweise bei der Anwendung der Erfindung in einem Kraftfahrzeugsicherheitssystem angenommen werden:  $d_{min} = 50 \text{ m}$ ,  $\alpha = 1.5$ ,  $d_o = 20 \text{ m}$ .

Gemäß der Erfindung können schon mit den zuvor angegebenen konstanten Werten für die Parameter gute Ergebnisse unter weitgehender Vermeidung der Zuordnungsfehler erzielt werden. Mit einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann mindestens einer der Parameter während der Auswertung der Zielobjekte durch Berücksichtigung mindestens eines weiteren Messwertes in einfacher Weise an die jeweils aktuelle Situation adaptiv angepasst werden. Als ein weiterer Messwert kann dabei in vorteilhafter Weise der Betrag der lateralen Abweichung des aktuellen Zielobjektes von einer vorausberechneten Kurslinie oder einem Kursbereich herangezogen werden.

Diese weitere Ausbaustufe des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht somit in der adaptiven Bestimmung und Veränderung einer oder mehrerer der genannten Parameter. So kann beispielsweise eine Vergrößerung des zu berücksichtigenden Abstandsbereichs dann bewirkt werden, wenn die laterale Abweichung, hier  $ZoDyc$  genannt, des aktuellen Zielobjektes von einer Kursmitte betragsmäßig zu groß wird. Ein solcher Fall tritt beispielsweise bei dem eingangs beschriebenen Überholzenario oder aber auch bei einem eigenen Spurwechsel des zu regelnden Fahrzeuges auf.

Eine hier anzuwendende Beziehung kann dabei folgende Bedingung für den Abstandsoffset  $d_o$  aufweisen:

$$d_o = d_{o_{min}} + \beta \cdot |ZoDyc|,$$

mit  $\beta$  als eine Applikationskonstante oder als Ergebnis einer möglichen weiteren Adaption aufgrund eines Messwertes oder einer bekannten Größe, z. B. in Abhängigkeit einer geschätzten oder ermittelten Fahrstreifenbreite. Somit ist hier der Abstandsbereich für mögliche neue Zielobjekte kleiner, wenn die laterale Lage des aktuellen Zielobjekts nur gering von dem vorhergesagten Kurs abweicht und ist größer, falls das Zielobjekt mit deutlicher Abweichung vom eigenen Kurs fährt. Hierbei ist allerdings bei Abwesenheit eines Zielobjekts der Bereich für potentielle neue Zielobjekte nicht eingeschränkt.

Gemäß einer weiteren Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann auch berücksichtigt werden, dass der Fahrbahnverlauf für das zu regelnde Fahrzeug und die Zielobjekte gekrümmt ist und somit alle Zielobjekte einen lateralen Versatz zum Fahrzeug aufweisen. Hierfür wird somit vorgeschlagen, dass der Betrag der lateralen Abweichung des aktuellen Zielobjekts, hier ZoDyc genannt, unter der Bedingung berücksichtigt wird, wenn dieser größer ist als der Betrag der lateralen Abweichung des nächsten Zielobjekts, hier ZiDyc genannt, und sich das nächste Zielobjekt in einer größeren Distanz zum zu regelnden Fahrzeug befindet als das aktuelle Zielobjekt.

Diese Bedingung kann hier wie folgt definiert werden:

$$|ZiDyc (d_{zi} > d_z)| < |ZoDyc|.$$

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

#### Zeichnung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeuges wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Skizze mit einem Fahrzeug, dem mehrere Zielobjekte auf dem gleichen Fahrstreifen vorausfahren;

Fig. 2 eine Skizze mit einem Fahrzeug, dem ein überholendes Zielobjekt vorausfährt und

Fig. 3 eine Skizze mit einem Fahrzeug, dem auf einer Kurvenstrecke ein überholendes Zielobjekt vorausfährt.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist schematisch eine Skizze mit einer dreispurigen Fahrbahn gezeigt, auf der sich ein Fahrzeug F befindet, das ein Regelsystem mit einer Sensorelektronik aufweist, die beispielsweise Bestandteil eines für sich gesehen aus der DE 42 42 700 A1 bekannten, eingangs erwähnten Geschwindigkeitsregelsystems für Kraftfahrzeuge (ACC) mit einem Radarsensor ist.

Dem Fahrzeug F fährt ein aktuelles Zielobjekt Zo in einem Abstand  $d_{zo}$  voraus, an dessen Geschwindigkeit sich das Regelsystem des Fahrzeugs F anpasst, da dieses Zielobjekt dasjenige Fahrzeug im voraussichtlichen Kursbereich ist, das den geringsten Abstand aufweist. Die Geschwindigkeits- und Abstandsdaten dieses Fahrzeuges (aktuelles Zielobjekt Zo) werden dann an das Regelsystem weitergegeben, das in der eingangs beschriebenen Weise die Sollgrößen berechnet, mit denen dann Stellsignale für die Motorleistungssteuerung und/oder einen Bremsengriff erzeugt werden

können.

Weiterhin ist ein potentielles Zielobjekt Zi in Form eines in einem entfernten Abstand  $d_{zi}$  auf der gleichen Fahrspur vorausfahrenden Fahrzeuges vorhanden. Um eine für bestimmte Fahrsituationen förderliche Auswahl der Zielobjekte Zo, Zi zu treffen, ist ein Abstandsbereich in einem festen oder variablen Verhältnis durch die Beziehung  $\alpha \cdot d_{zo}$ , mit  $\alpha \geq 1$ , zum Abstand  $d_{zo}$  des aktuellen Zielobjekts Zo definiert. Alternativ oder zusätzlich kann dieser auch auf einen Mindestabstand  $d_{min}$  begrenzt sein. Weiterhin kann auch in vorteilhafter Weise ein konstanter oder variabler Abstandsoffset  $d_o$  definiert sein, der alternativ oder zusätzlich als Parameter in die Definition des Abstandsbereichs einfließt.

Es können bei der üblichen Anwendung eines Regelsystems für die Fahrzeuggeschwindigkeit Situationen auftreten, in denen das gewünschte Zielobjekt nicht das mit kleinsten Abstand ist. Insbesondere wenn, wie anhand Fig. 2 dargestellt, das aktuelle Fahrzeug als Zielobjekt Zo ein ihm langsamer vorausfahrendes Zielobjekt Zi überholt und dem überholenden Fahrzeug Zo nicht direkt gefolgt werden soll kann es zu Konflikten kommen. Die Bedingungen für die Berücksichtigung eines Objekts Zi bei der Auswahl eines neuen Zielobjekts können bei der Fahrsituation nach der Fig. 2 nach der folgenden Beziehung angegeben werden:

$$d_{zi} \leq \text{MAX} (d_{min}, d_{zo} + d_o, \alpha \cdot d_{zo}),$$

wobei  $d_{min} = 50$  m,  $\alpha = 1,5$ ,  $d_o = 20$  m die Werte in einer realistischen Fahrsituation sein können.

Weiterhin kann auch bei den dargestellten Fahrsituationen die laterale Abweichung berücksichtigt werden, wenn die des aktuellen Zielobjekts Zo von einer Kursmitte betragsmäßig zu groß wird. Ein solcher Fall ist bei dem Überholenszenario nach der Fig. 2 oder aber auch bei einem eigenen Spurwechsel des zu regelnden Fahrzeugs F auf. Eine hier anzuwendende Beziehung kann dabei folgende Bedingung für den Abstandsoffset  $d_o$  aufweisen:

$$d_o = d_{o_{min}} + \beta \cdot |ZoDyc|,$$

mit  $\beta$  als Ergebnis einer möglichen weiteren Adaption, z. B. in Abhängigkeit einer geschätzten oder ermittelten Fahrstreifenbreite.

In Fig. 3 ist eine Fahrsituation dargestellt, bei der der Fahrbahnverlauf für das zu regelnde Fahrzeug F und die Zielobjekte Zo, Zi gekrümmt ist und somit die Zielobjekte Zo, Zi einen lateralen Versatz zum Fahrzeug F aufweisen. Der Betrag der lateralen Abweichung ZoDyc des aktuellen Zielobjekts wird unter der Bedingung berücksichtigt, wenn dieser größer ist als der Betrag ZiDyc der lateralen Abweichung des nächsten Zielobjekts Zi und sich das nächste Zielobjekt Zi in einer größeren Distanz  $d_{zi}$  zum zu regelnden Fahrzeug F befindet als das aktuelle Zielobjekt Zo.

Diese Bedingung kann daher wie folgt definiert werden:

$$|ZiDyc (d_{zi} > d_z)| < |ZoDyc|.$$

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeuges, bei dem

- mit einem Sensor der Abstand ( $d_{zo}$ ,  $d_{zi}$ ) und/oder die Relativgeschwindigkeit der Zielobjekte (Zo, Zi) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- bei einem Vorhandensein von mehr als einem

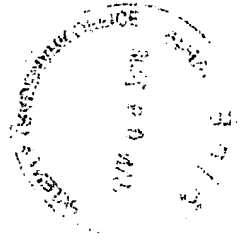
- Zielobjekt (Zo, Zi) nur das Zielobjekt (Zi) als mögliches neues, anstelle des aktuellen Zielobjekts (Zo) in die Auswertung einbezogen wird, das sich in einem Bereich befindet, der durch mindestens einen, durch die Lage relativ zum Fahrzeug (F) definierten Parameter begrenzt ist. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- als ein Parameter ein Mindestabstand ( $d_{\min}$ ) des neuen Zielobjekts (Zi) zum Fahrzeug (F) definiert ist. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- als ein Parameter ein Abstandsbereich ( $a \cdot d_{zo}$ ) des neuen Zielobjekts (Zi) zum Fahrzeug (F) definiert ist, wobei der Abstand ( $d_{zo}$ ) den Abstand des aktuell ausgewählten Zielfahrzeugs (Zo) zum Fahrzeug (F) darstellt, der mit dem vorgebbaren festen oder variablen Faktor ( $\alpha$ ) multipliziert wird. 20
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- als ein Parameter ein konstanter Abstandsoffset ( $d_o$ ) definiert ist, der zum Abstand ( $d_{zo}$ ) des aktuellen Zielobjekts (Zo) zum Fahrzeug (F) hinzuaddiert wird. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
- als ein Parameter ein variabler Abstandsoffset ( $d_o$ ) definiert ist, der zum Abstand ( $d_{zo}$ ) des aktuellen Zielobjekts (Zo) zum Fahrzeug (F) hinzuaddiert wird. 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- mindestens einer der Parameter während der Auswertung der Zielobjekte (Zo, Zi) durch Berücksichtigung mindestens eines weiteren Messwertes an die jeweils aktuelle Situation angepasst wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
- als ein weiterer Messwert der Betrag der lateralen Abweichung (ZoDyc) des aktuellen Zielobjekts (Zo) von einer vorausberechneten Kurslinie oder einem Kursbereich herangezogen wird. 40
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Messwert mit einem Korrekturfaktor ( $\beta$ ) beaufschlagt wird, der von einer gemessenen oder sonstwie ermittelten Fahrstreifenbreite abhängt. 45
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Betrag der lateralen Abweichung (ZoDyc) des aktuellen Zielobjekts (Zo) unter der Bedingung berücksichtigt wird, wenn dieser größer ist als der Betrag der lateralen Abweichung (ZiDyc) des nächsten Zielobjekts (Zi) und sich das nächste Zielobjekt (Zi) in einer größeren Distanz ( $d_n$ ) zum Fahrzeug (F) befindet als das aktuelle Zielobjekt (Zo). 50
- 60

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



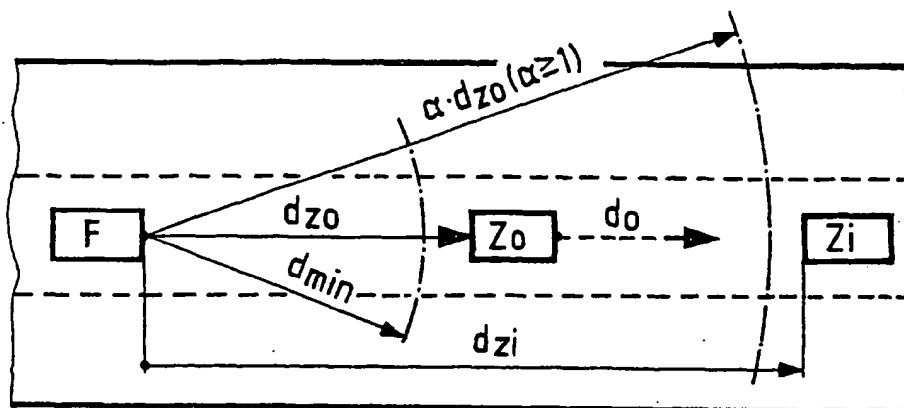
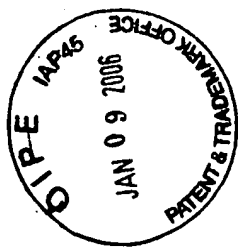


Fig.1

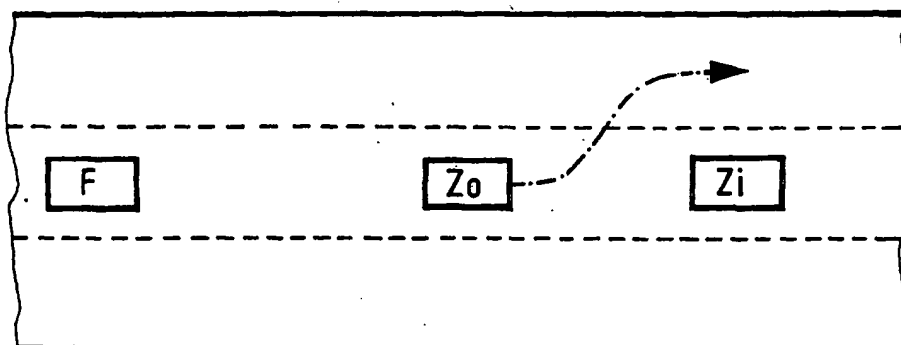


Fig.2

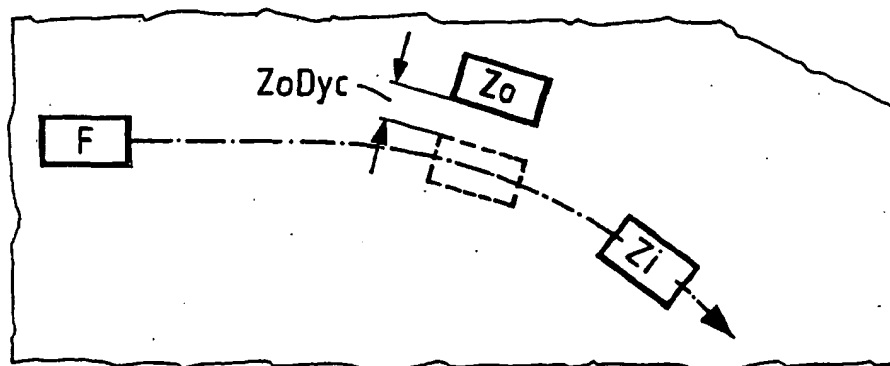


Fig.3